ارائه روشی هوشمند جهت کاهش حجم سیگنالینگ درسیستمهای موبایل و شبیه سازی آن

عبدالرسول زارعی
مرکز تحقیقات مخابرات ایران
احمد صلاحی
مرکز تحقیقات مخابرات ایران

(تاریخ دریافت۸۳/۱۲/۲۲ ، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۴/۴/۱۱ ، تاریخ تصویب ۸۴/۷/۱۶)

چکیده

استفادهٔ روزافزون از شبکه‌های موبایل و افزایش تعداد کاربران در یک ناحیهٔ محدود ، سبب شده است که ترافیک سیگنالینگ به طور چشمگیری افزایش یابد. از طرفی وجود مشترکینی با قابلیت تحرک و مکالمه بالا مزید بر علّت شده، ضمن بوجود آوردن محدودیت‌هایی، توسعهٔ شبکه‌های موبایل را با هزینه‌های سنگین مواجه ساخته است. در این مقاله سعی شده است با ارائه روشی موجبات کاهش حجم سیگنالینگ فراهم شود. از آنجایی که فرآیندهای Location Updating و Paging حجم زیادی ازسیگنالینگ را به خود اختصاص می‌دهند می‌توان با ایجاد رکوردهایی درسمت شبکه و MS^1، حجم سیگنالینگ را کاهش داد. با این روش هنگامی که مشترک از مرزیک LA^2 می‌گذرد و وارد LA دیگر می‌شودMS با مراجعه به رکورد حرکتی خود در صورتی که LA جدیددر آن وجود نداشت عمل Location Updating را انجام می دهد.از سوی دیگر به کمک لیست پیوندی و بکار گیری سنکرونیزاسیون می توان تاخیر Paging را نیز کاهش داد . در این شبیه سازی نشان داده شده است برای مشترکینی که از یک الگوی حرکتی خاصی در یک مدّت زمان محدود برخوردارند، با بکارگیری لیست پیوندی در رکوردحرکتی مشترک می‌توان حجم سیگنالینگ ناشی از فرآیندهای فوق را بطورقابل ملاحظه ای کاهش داد.

واژه های کلیدی : بهنگام نمودن موقعیت، فراخوانی، الگوی حرکت

مقدمه

یکی از فرآیندهای مهم در سیستم‌های موبایل فرآیند Location Management است که این فرآیند خود شامل دو زیرفرآیند Location Updating و Paging می‌باشد. از لحاظ حجم سیگنالینگ یک مبادله‌ای بین این دو فرآیند وجود دارد بطوری که افزایش یکی کاهش دیگری را بهمراه خواهد داشت از این رو با توّجه به رفتار حرکتی مشترک و با انتخاب اندازه و ابعاد LA می‌توان به آن نقطهٔ بهینه رسید. به این ترتیب هنگامی که قرار است یک مکالمه‌ای به مشترک برسد مشترک موبایل در تمام سلولهای تشکیل دهندهٔ آن LA ، Page می‌شود. افزایش ابعاد LA ، افزایش دفعات Paging را به همراه دارد زیرا در این حالت Paging در سلولهای بیشتری اجرا میشود و در صورت کاهش ابعاد LA ، دفعات Paging نیزکاهش می‌یابد اما در عوض احتمال قطع تعداد بیشتری مرز LA توسط مشترک وجود خواهد داشت و این به افزایش دفعات درخواست Location Updating منتهی می‌شود.

انواع کاربران موبایل :

کاربران موبایل را می‌توان از لحاظ میـزان قابـل پیش بینی بودن حرکت آنها به سه دسته تقسیم نمود[۲].

1-Mobile Subscriber
2- Location Area

- کاربران قطعی[۱]

این نوع کاربران دارای الگوی حرکتی کاملاً مشخص می‌باشند به این معنی که در ساعات معـین از شـبانه روز در محلهای مشخصی هستند.

-کاربران نیمه قطعی[۲]

این نوع کاربران دارای الگوی حرکتی نسبتاً مشخصی می‌باشند به این ترتیب که در ساعات معینی از

Archive of SID

www.SID.ir

شبانه روز در محل کار یا منزل مستقرند و این الگوی حرکتی در روزهای دیگر نیز تکرار می‌شود. این دسته هر روز صبح یک مسیر مشخصی ازمنزل به محل کار راطی می‌کنند. در طول ساعات کاری در محل کار مستقرند و در پایان روز نیز از یک مسیر نسبتاً مشخص به منزل بر می‌گردند. البته ممکن است بعضی از این کاربران در ساعاتی وارد محل‌هایی خارج از الگوی حرکتی شوند و یا ترتیب الگوی حرکتی آنها تغییر کند.

-کاربران تصادفی[۳]

این کاربران دارای الگوی حرکتی مشخصی نیستند در ساعات مختلف شبانه روز در نقاط مختلفی هستند و الگوی حرکتی هر روز با روز دیگر کاملاً متفاوت می‌باشد. به همین دلیل نمی‌توان هیچ پیشگویی از رفتار حرکتی مشترک داشت.

ارزش سیگنالینگ ناشی از فرآیند[۴]

ارزش سیگنالینگ Location Updating S_l به دو عامل بستگی دارد. عامل اول نرخ درخواست Location Updating به ازای هر کاربراست که با R_l نمایش داده می‌شود و عامل دوم ارزش سیگنالینگ به ازای هر بار انجام عمل Location Updating است که با C_l مشخص میشود. حاصل ضرب این دو عامل مشخص کنندهٔ S_l می باشد.

$$S_l = C_l . R_l$$

(۱)

برای مشخص شدن R_l؛مدل حرکتی مشترک اهمیت خاصی دارد. با فرض در نظر گرفتن مدل حرکتی شناور برای مشترک، تعداد دفعاتی که مشترک[۵] مرز یک سلول را در هر ثانیه قطع می‌کند برابر است با :

$$M = \frac{\rho . V . L}{\pi}$$

(۲)

ρ مشخص کنندهٔ چگالی کاربران در آن ناحیه، V میانگین سرعت کاربر و L طول محیط هر سلول می‌باشد. سرعت یک کاربر در یک سلول به چگالی آن کاربر درآن سلول بستگی دارد به این ترتیب که هر قدر چگالی تعداد کاربران در یک سلول بیشتر باشد آن کاربران از سرعت کمتری برخوردارند و بر عکس. باید به این نکته توّجه نمود که مدل شناور فقط قطع مرز یک سلول را در یک جهت نشان می‌دهد. حال با در نظر گرفتن یک LA که حاوی مجموعه‌ای از سلولها در مجاورت هم است.وبا توجه به رابطه شماره (۲) می توان نشان داد که میانگین نرخ قطع مرز LA به ازای هر کاربر از فرمول زیر قابل محاسبه است[۱].

$$R_l = \frac{V . L_{LA}}{\pi . A_{cell} . N}$$

(۳)

N مشخص کنندهٔ تعداد سلول‌های داخل هرLA و A_{cell} مساحت هرسلول است.

با توّجه به این که در میان اشکال هندسی دایره با داشتن مساحت ثابت،کمترین محیط را دارا می‌باشد اگر با ۶ ضلعی‌هایی به ضلع R مجموعه‌ای نزدیک به دایره ساخته شود در صورتی که این عمل با لایه‌هایی از شش ضلعی بر روی لایه قبلی انجام شده باشد و d تعداد لایه‌ها باشد جدول (۱) را میتوان نتیجه گرفت.

جدول ۱ : تعداد سلولها براساس افزایش تعداد لایه.

d	1	2	3	.....	d
N هر لایه	1	6	12	.....	1 $d=1$ 6(d−1) d>1
N کل	1	7	19	.....	$3d(d-1)+1$

محیط شکلی شبه دایره، با d لایه، برابر $L_{\min} = (12d - 6)R$ خواهد بود که کمترین محیط برای مجموعه بهم چسبیده‌ای از $N = 3d(d-1)+1$ سلول است. با حذف d از رابطهٔ فوق خواهیم داشت.

$$L_{\min} = 4\sqrt{3\left(N - \frac{1}{4}\right)}R$$

(۴)

در صورتی که این N سلول بصورت خطی بهم وصل شود بیشترین محیط حاصل خواهد شد و چون هر سلول در محیط بیرونی دارای ۴ ضلع است بجز دو سلول انتهایی که هر کدام در محیط بیرونی دارای ۵ ضلع می‌باشد، میتوان نتیجه گرفت:

$$L_{\max} = (4N + 2)R$$

(۵)

Archive of SID

www.SID.ir

لذا محیط هر مجموعه بهم چسبیده‌ای از N سلول(LA) بصورت $L_{\min} \le L \le L_{\max}$ است به عبارت دیگر،

$$4\sqrt{3\left(N-\frac{1}{4}\right)}R \le L \le (4N+2)R$$

(۶)

باجایگذاری این رابطه در رابطه شماره (۳)و قرار دادن مساحت هر سلول (شکل ۶ ضلعی با ضلع R) برابر $A_{cell} = \frac{3\sqrt{3}}{2}R^2$ خواهیم داشت:

$$R_{l\max} = \frac{4v(2N+1)}{3RN\pi\sqrt{3}}$$

(۷)

$$R_{l\min} = \frac{8v\sqrt{\left(N-\frac{1}{4}\right)}}{3\pi RN}$$

(۸)

که R_l مربوط است به نرخ درخواست Location Updating برای کاربری که داخل یک LA قرار دارد.حال می‌توان نشان داد در صورتی که آن کاربر داخل مجموعه‌ای از LA ها بصورت $[A_i], i \in 1,2,3.....k$ قرار گرفته باشد میانگین نرخ Location Updating که ناشی از قطع مرز LA هاست با رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود[۱].

$$R_{LI} = \frac{R_l}{\sqrt{k}}$$

(۹)

با توجه به توضیحات فوق ارزش سیگنالینگ کل فرآیند Location Updating در یک زمان معین قابل محاسبه است به این ترتیب که با ضرب نمودن تعداد دفعات درخواست Location Updating درآن زمان، در ارزش سیگنالینگ حاصل ازیکبار عمل Location Updating ارزش سیگنالینگ کل این فرآیند بدست خواهد آمد .

$$S_l = C_l R_l\left[\kappa.R_{LI} + (1-\kappa)R_l\right] = C_l.R_l\left[1-\kappa(1-\frac{1}{\sqrt{k}})\right]$$

(۱۰)

κ احتمال آن است که کاربر در داخل یک مجموعه، شامل k عدد LA قرار داشته باشد .

محاسبهٔ ارزش سیگنالینگ ناشی از عمل Paging

اگر ارزش سیگنالینگ ناشی از عمل Paging یک کاربر در داخل یک LA با C_p نشان داده شود، هنگامی که کاربر در داخل یک مجموعه LA ، {Ai} قرار می گیرد حجم سیگنالینگ Paging افزایش می‌یابد زیرا کاربر با یک ترتیبی در داخل مجموعه LAها Page می‌شود. افزایش حجم سیگنالینگ عمل Paging بصورت خطی نیست مگر اینکه ارزش سیگنالینگ Pageهای بعدی همانند Page اول فرض شود. معمولاً ارزش سیگنالینگ Pageهای بعدی (Subsequence Page) کسری از Page اصلی است ارزش Paging درصورتی که کاربر در داخل یک مجموعه LA قرار گرفته باشد بصورت زیر محاسبه می‌گردد[۱].

$$C_{PI} = C_P\left[1+\omega_f(E[K]-1)\right]$$

(۱۱)

E[K] مشخص کنندهٔ تعداد LAهایی است که سیستم مشترک را در آن LAها Page می‌نماید و ω_f هم یادآور این موضوع است که در یک Page رشته‌ای، ارزش تمام Pageها با هم یکسان نیستند. در این فرمول دو فرض در نظر گرفته شده است. اولاً ارزش یک Page ناموفق کسری از یک Page موفق است، ثانیاً ارزش Pageهای بعدی کسری از Page اولی است. بعنوان مثال اگر Paging تا(i-1) امین LA ناموفق و درi امین LA با موفقیت انجام گیرد خواهیم داشت.

$$C_{PI} = C_p + \omega_f(i-1)C_p = C_p\left[1+\omega_f(i-1)\right]$$

(۱۲)

که i=E[K] تعداد LAهایی است که عمل Paging در آنها انجام گرفته است. نرخ عمل Paging ، R_p مستقل از نرخ Location Updating است و فقط به ترافیک بستگی دارد. حال ارزش نهایی سیگنالینگ Paging بصورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$S_P = R_P\left[\kappa C_{PI} + (1-\kappa)C_P\right] = C_P.R_P\left[1+\kappa\omega_f(E[K]-1\right]$$

(۱۳)

با توجه به توضیحات فوق اگر روشی ارائه شود که دفعات درخواست عمل Location Updating و Paging را کاهش دهد در واقع به کاهش حجم سیگنالینگ ناشی از این فرآیندها کمک نموده است .

Archive of SID
www.SID.ir

پیشنهاد روشی هوشمند بـه منظـور کـاهش حجم سیگنالینگ فرآیندهای موبایل

در این روش رکوردهایی برای حرکت مشترک در سمت MS و سمت سیستم (MSC) در نظر گرفته شده است.

ساختار رکورد مشترک

ساختار این رکورد به گونه‌ای است که به ازای هر مشترک روزهای ایام هفته و به ازای هر روز، ساعات روزانه (۲۴ساعت) دیده شده که هر ساعت خود به یک لیست پیوندی اشاره می‌کند که در این لیست پیوندی شماره LAها ذخیره می‌گردد.این ساختار رکورد توسط توابع زیر اداره می گردد .

توابع( )Add( ),Delete

تابع Add موقعی فراخوانی می شود که مشترک وارد LA جدیدی شده باشد که در لیست پیوندی وجود نداشته باشد.در این حالت LA جدیدرا به سر لیست پیوندی اضافه می نماید درصورتی که تعداد عناصر لیست پیوندی از ۴ تجاوز نماید تابع ( )Delete فراخوانی میگردد که وظیفه این تابع حذف LA موجود در انتهای لیست پیوندی می باشد .

نحوهٔ کار به این ترتیب است که فرض می‌شود در ساعات آغازین اولین روز هفته مشترک شروع به حرکت نماید. با توّجه به روز هفته و ساعت مربوطه شماره LAهایی که مشترک در آن قرار گرفته در رکورد مشترک و لیست پیوندی مربوط به آن رکورد ذخیره می‌گردد. این ذخیره سازی در دو سمت MS وسیستم انجام می‌گیرد.

با آغاز هفتهٔ دوّم رکورد اولیه‌ای از نحوهٔ حرکت مشترک درطول هفته اول در سمت MS و سیستم وجود دارد. با شروع حرکت در هفته دوم در صورتی که در یک ساعت خاص وارد LAیی شود که هفتهٔ قبل در همان ساعت خاص وارد آن نشده باشد. LA جدید در رکورد حرکت مشترک و در ابتدای لیست پیوندی در طرفین MS و سیستم ذخیره می‌گردد و در صورتی که در هفتهٔ دوّم در آن ساعت خاص وارد LAیی شود که هفتهٔ قبل نیز وارد آن LA شده باشد، در سمت MS فقط آن LA در ابتدای لیست پیوندی قرار می‌گیرد و در سمت شبکه هیچگونه عملی انجام نمی‌گیرد در واقع در این حالت با وجود عوض شدن LA مشترک، مشترک هیچگونه درخواست Location Updating به سمت شبکه ارسال نمی‌دارد.

لازم به یادآوری است که به منظور نگهداری الگوی حرکت مشترکین و با توّجه به سرعت حرکت مشترک و ابعاد LA طول لیست پیوندی تا۴ LA برای یک ساعت قابل افزایش است به عبارت دیگر یک مشترک الگودار در مدّت یکساعت نمی‌تواند از بیش از۴ LA عبور نماِید و در صورتی که مشترک در این وضعیت وارد LA پنجم شود آخرین LA در انتهای لیست پیوندی حذف و LA جدید به ابتدای لیست پیوندی افزوده می‌گردد.

به این ترتیب مشترکینی که دارای الگوی حرکتی مشخصی در طول شبانه روز می‌باشند تعداد دفعات فرآیند Location Updating آنها بعد از یک هفته بطور قابل ملاحظه ای کاهش می‌یابد و در صورتی که از الگوی حرکتی خاصی پیروی نکنند (مشترکین تصادفی) بطور معمول عمل Location Updating را انجام می‌دهند.

مکانیزم کاهش حجم حافظه

بمنظور کاهش حجم حافظه تخصیص داده شده به رکورد هر مشترک مکانیزمی برای آن تعبیه شده است با این مکانیزم رکورد مشترکینی که در ساعات مختلف شبانه روزدارای الگوی حرکتی یکسانی می باشند بعد از دو هفته تکرار، رکورد حرکت در آن ساعات در هم ادغام می شوند و لذا ضرورت تخصیص حافظه به رکورد حرکتی مشترک،بازای هر ساعت از شبانه روز از بین خواهد رفت.به عنوان مثال فرض کنید که یک مشترک در یک روز هفته،از ساعت ۱۰ شب تا ۶ صبح در منزل ساکن باشد حال اگردر دو هفته آینده نیز در همان روز در ساعات ذکر شده در منزل باشد(تکرار الگوی حرکت)۸ رکورد حرکتی مشترک مربوط به ساعات ذکر شده در یکدیگر ادغام می گردد.از آنجایی که هر رکورد مشترک با توجه به ساکن بودن مشترک در منزل شامل یک لیست پیوندی متشکل از یکLA است و هر LA نیز ۵ بایت می باشد، در رکورد حرکتی روزانه هرمشترک به ازای آن ۸ ساعت، ۴۰=۵*۱*۸ بایت حافظه صرفه جویی خواهد شد.(این در صورتی است که فقط درساعات ذکر شده الگوی حرکت تکرار شود و چنانچه در ساعات دیگر شبانه روز نیز تکرار الگوی حرکت صورت پذیرد، مقدار بیشتری از حجم حافظه مورد نیاز کاهش خواهد یافت).در صورتی

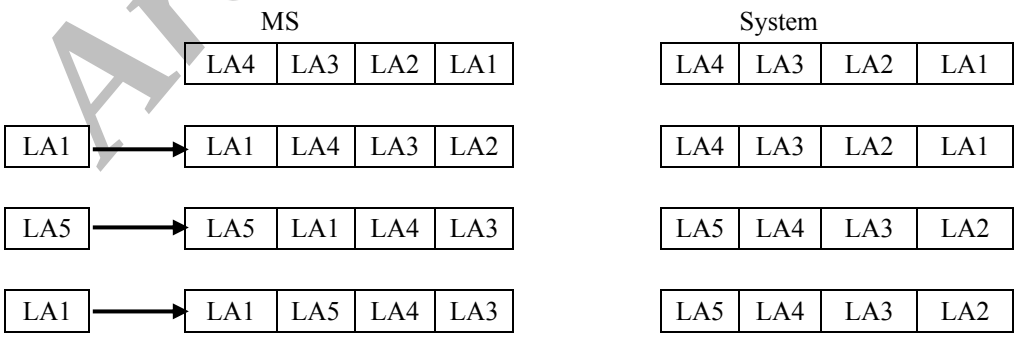
Archive of SID

www.SID.ir

که این وضعیت در روزهای دیگر هفته نیز تکرار شود،به ازای ۱۰۰۰۰۰ مشترک مقدار ۲۸=۴۰*۷*۱۰۰۰۰۰مگا بایت از حجم حافظه تخصیصی کاهش خواهد یافت .
این مکانیزم دارای این توانایی نیز می باشد که در جهت عکس نیز عمل نمایدبه این ترتیب که اگر رکورد حرکتی مشترک در ساعات معین از حالت تکراری خارج شود به ازای آن ساعات رکورد جدیدی ایجاد خواهد شد.

سنکرونیزاسیون

یکی از مشکلات این روش عدم سنکرونیزاسیون رکورد سمت MS و سیستم می‌باشد که این حالت نیز موقعی رخ می‌دهد که مشترک در یک ساعت فقط از LAهایی عبور کند که هفته گذشته نیزدر آن ساعت از آنها عبور کرده با این تفاوت که این بار اولویت عبور LA هاتغییر کرده باشد، در این وضعیت در رکورد MS اولویت مکان LAها در داخل لیست پیوندی مطابق با نحوه حرکت مشترک تغییرمیکند ولی در رکورد سمت شبکه هیچ تغییری بوجود نمی‌آید، حال اگر در این حالت نیاز بود که مشترک Page شود عمل Paging براساس اولویت LAها در لیست پیوندی مشترک در داخل شبکه انجام میگیرد که متفاوت از اولویت LAهای سمت MS است و این تعداد دفعات عمل Paging را افزایش میدهد. برای رفع این مشکل دو راهکار وجود دارد.
راه حل اول این است که به محض این که مشترک وارد LA جدیـــدی شد در عوض ارسال LA جدید به سمت شبکه، کل لیست پیوندی مربوط به آن ساعت خاص از رکورد مشترک، از سمت MS به سمت شبکه ارسال گردد این عمل سنکرون سازی بیشتر MS و سیستم را بهمراه خواهد داشت. این روش در شکل (۱) نشان داده شده است.ردیف اول در شکل، لیست پیوندی رکورد مشترک را درحالتی نشان میدهد که مشترک برای اولین مرتبه الگوی حرکتی خود را طی میکند .در این حالت LA ها ازسمت چپ وارد لیست پیوندی میشوند و شبکه و MS کاملا با یکدیگر سنکرون هستند. ردیف دوم حالتی را نشان میدهد که مشترک مجددا وارد LA1 میگردد.در این حالت در لیست پیوندی سمت MS، LA1 در سر لیست پیوندی قرار می گیرد ولی در سمت شبکه تغییری مشاهده نمی شود(به دلیل این که LA1 از حالت قبل در لیست پیوندی سمت MS وجود داشته است).
.ردیف سوم نیز حالتی را نشان می دهد که مشترک وارد LA جدید (LA5) میگردد .در این حالتLA5 به سر لیست پیوندی سمت شبکه و سمت MS اضافه خواهد شد و خانه آخر لیست پیوندی از هر دو طرف حذف می گردد.
و ردیف آخر حالتی را نشان میدهدکه مشترک مجددا وارد LA1 گردد حال اگر در این حالت لازم باشد که مشترک Page شود، مشترک در موقعیت LA1 قرار دارد ولی در سمت سیستم LA1 در لیست پیوندی وجود ندارد و مشترک در تمام LAهای سمت لیست پیوندی سیستم بی‌جهت Page می‌شود. برای رفع این مشکل در مرحله‌ای که مشترک واردLA5 می گردد اگر کل لیست



شکل ۱ : لیست پیوندی سمت سیستم و مشترک.

Archive of SID
www.SID.ir

پیوندی از MS به سیستم منتقل شود دوطرف سنکرون شده و از Paging غیر ضروری جلوگیری بعمل خواهد آمد در راه حل دوم، هنگامی که مشترک براساس اولویت LAهای موجود در لیست پیوندی طرف شبکه Page گردید،پس از پیدا شدن موقعیّت مشترک، لیست پیوندی براساس موقعیت فعلی مشترک که از Page دریافت می شود، بهنگام می گردد. راه حل دوّم به شرطی می‌تواند مفید باشد که تا رسیدن مکالمه بعدی موقعیت مشترک تغییر ننماید.

در صورتی که مشترک از یک LA وارد LA دیگر شود بنحوی که MSC مشترک تغییر کند، در این حالت رکورد حرکتی مشترک نیز می‌بایست از MSC قدیم به MSC جدید منتقل شود.

شبیه سازی روش پیشنهادی

در این شبیه سازی مشترکین از لحاظ الگوی حرکتی به چهار دسته تقسیم شده‌اند:

۱ـ مشترکین ساکن

۲ـ مشترکین نیمه الگو

۳ـ مشترکین با الگوی کامل

۴ـ مشترکین تصادفی.

این مشترکین تحت پوشش یک MSC/VLR به ظرفیت ۱۰۰۰۰۰ مشترک قرار دارند. و درصد هر نوع از این مشترکین از تعداد کل مشترکین متفاوت در نظر گرفته شده است.مشترکین تصادفی به دلیل این که دارای رفتار حرکتی مشخصی نمی باشند نمی توان رابطه ای بین LA های آن در ساعات مختلف شبانه روز پیدا نمود. .این مشترکین از الگوی حرکتی Random Walk پیروی میکنند به این معنی که هنگامیکه مشترک در داخل یک LA قرار میگیرد مسیر حرکت بعدی آن هر یک از LA های مجاور آن LA میتواند باشد که در این شبیه سازی این شمارهLA مجاور با توجه به گراف در نظر گرفته شده توسط یک Random Generator.تولید میشود.

هر MSC/VLR ۴ ناحیهٔ LA را پوشش می‌دهد که مساحت هر LA حدود ۴۰ کیلومترمربع است و با توّجه به مربع در نظر گرفتن شکل هندسی هر LA، ابعاد هر LA حدود ۶/۳۲ km می‌باشد. اگر سرعت متوسط مشترکین ۲۵ km/ h در نظر گرفته شود و در بدترین حالت هنگامی که LAها بصورت خطی در کنار یکدیگر واقع هستند. یک مشترک حداکثر از۴ LA می تواند عبور کند لذا در نظر گرفتن لیست پیوندی بطول چهار در هر ساعت از رکورد مشترک به منظور ثبت الگوی حرکتی منطقی بنظر می‌رسد. علاوه بر ثبت موقعیت مشترک، مسئلهٔ مهمتر ایجاد مکالمه برای مشترک می باشد چون هدف از عمل Location Updating ایجاد یک مکالمه برای مشترک است . شرط اولیهٔ یک مکالمه داشتن سیستم Paging کارا می‌باشد تا در کمترین زمان ممکن و با اختصاص کمترین منابع، مشترک فراخوانی شود. در این شبیه سازی برای هر مشترک ۴۵ میلی ارلانگ ترافیک در نظر گرفته شده است، لذا هر مشترک در هر ساعت ۲/۷= ۴۵./. ٭۶۰ دقیقه مکالمه خواهد داشت و اگر مدّت زمان متوسط یک مکالمهٔ موبایل ۱/۳۵ دقیقه در نظر گرفته شود. هر مشترک بطور متوسط ۲=۱/۳۵ :۲/۷مکالمه درهر ساعت خواهد داشت. در این شبیه سازی از توزیع پواسن با متوسط ۲ برای توزیع مکالمات مشترکین در یک ساعت استفاده شده است

نتایج حاصل از شبیه سازی

مشترکینی که در این شبیه سازی مورد استفاده قرار گرفته اند از لحاظ الگوی حرکتی به سه گروه تقسیم می شوند .چون بر اساس اطلاعات دریافتی از امور مشترکین شرکت مخابرات ،نمی توان دقیقا درصد مشترکینی که تحت پوشش یک MSC/VLR قرار دارند را از لحاظ الگوهای حرکتی مشخص نمود اما میتوان یک محدوده تغییراتی برای آنها در نظر گرفت که این محدوده تغییرات در این شبیه سازی لحاظ شده است تا میزان کارایی روش پیشنهادی در محیط های مختلف قابل مقایسه باشد . خصوصیات این گروهها در جدول زیر آمده است .

جدول ۲ : درصد مشترکین بر اساس الگوی حرکتی آنها.

	ساکن	نیمه الگو	الگوی کامل	تصادفی
گروه مشترکین ۱	٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰	٪۴۰
گروه مشترکین ۲	٪۲۰	٪۲۰	٪۴۰	٪۲۰
گروه مشترکین ۳	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۰	٪۶۰

Archive of SID

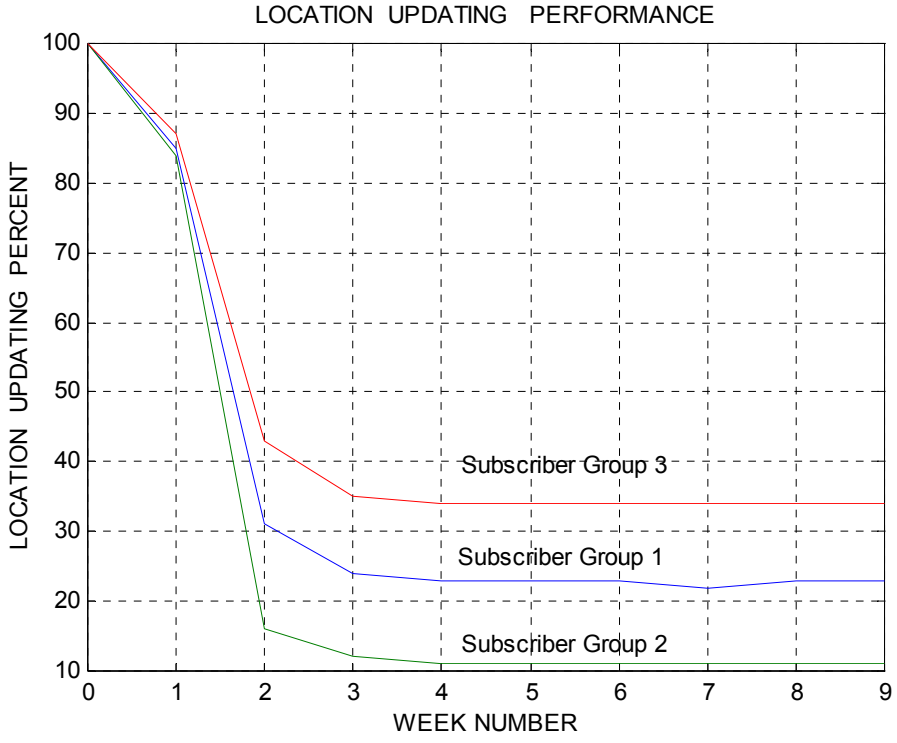
www.SID.ir

در شکل (۲) درصد اجرای فرآیند Location Updating در هفتهٔ اول و هفته‌های بعدی نشان داده شده است. در آغاز همه مشترکین یک بار عمل Location Updating را انجام می‌دهند و خود را در شبکه ثبت می‌نمایند به همین دلیل منحنی از ۱۰۰٪ شروع میشود. در هفتهٔ اول که آغاز تکمیل شدن لیست پیوندی مربوط به مشترکین است، مشترکین عمل Location Updating خود را انجام می‌دهند و الگوهای حرکتی مشترک به لیست پیوندی منتقل می‌شود بجز مشترکینی که ساکن هستند و مشترکینی که بنابر الگو یا حالت تصادفی آنها در همان محل قبلی خود مستقرند، در این مرحله حدود ۷۰٪ مشترکین، تقاضای عمل Location Updating را از شبکه می‌نمایند.

از هفتهٔ دوم به بعد کاهش چشمگیری در شکل (۲) مشاهده می‌شود، چون الگوها به رکوردهای مشترکین در طرف MSو سیستم منتقل شده و تا زمانی که مشترک وارد LA جدیدی غیر از رکورد هفتهٔ قبل نشود،MS درخواست عمل Location Updating نمی‌نماید.

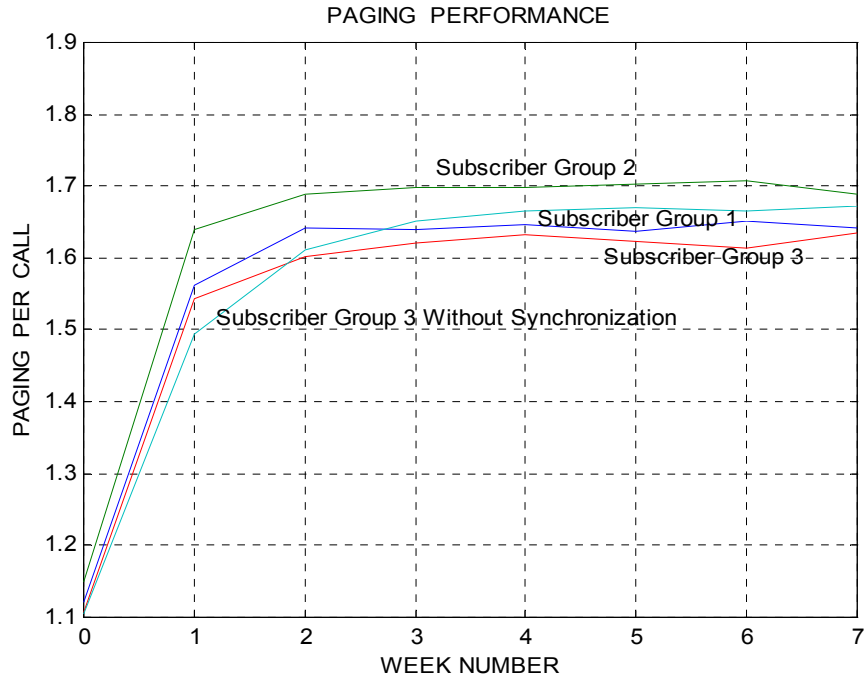
شکل (۳) تعداد دفعات عمل Paging رابازای هر مکالمه دریافتی نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود متوسط تعداد دفعات Paging به ازای هر مشترک در حالت عدم سنکرون سازی افزایش می‌یابد. این حالت عدم سنکرون سازی برای دسته مشترکین شمارهٔ (۳) رسم شده است.

تفاوتی که در این نمودارها مشاهده می شود این است که در مشترکین الگودار و نیمه الگودار به دلیل حرکت در LAهایی که قبلاً وارد آن شده بودند عمل سنکرون سازی برای آنها بخوبی انجام نمی‌گیرد و مشترکین تصادفی به دلیل آن که هر لحظه ممکن است وارد LA جدیدی شوند تعداد دفعات بیشتری عمل سنکرون سازی را همراه با وارد کردن LA جدید انجام می‌دهند به همین دلیل دسته مشترکینی که درصد مشترکین الگودار و نیمه الگودار آنها زیادتر است تا حدودی تعداد دفعات Paging آنها بیشتر است از دسته مشترکینی که درصد مشترکین تصادفی آنها بیشتر است و این در حالی است که نمودار مربوط به فرآیند Location Updating آنها تفاوت عمده با یکدیگر دارند. شکل (۴) برای دسته مشترکین شماره ۱ در حالتی که طول لیست پیوندی مربوط به رکورد مشترکین آنها تغییر کرده رسم شده است . هنگامی که طول لیست پیوندی از ۴ به ۲ کم می شود تعداد دفعات Paging کاهش می‌یابد ولی به دلـــــیل آن که نمی‌توانـد

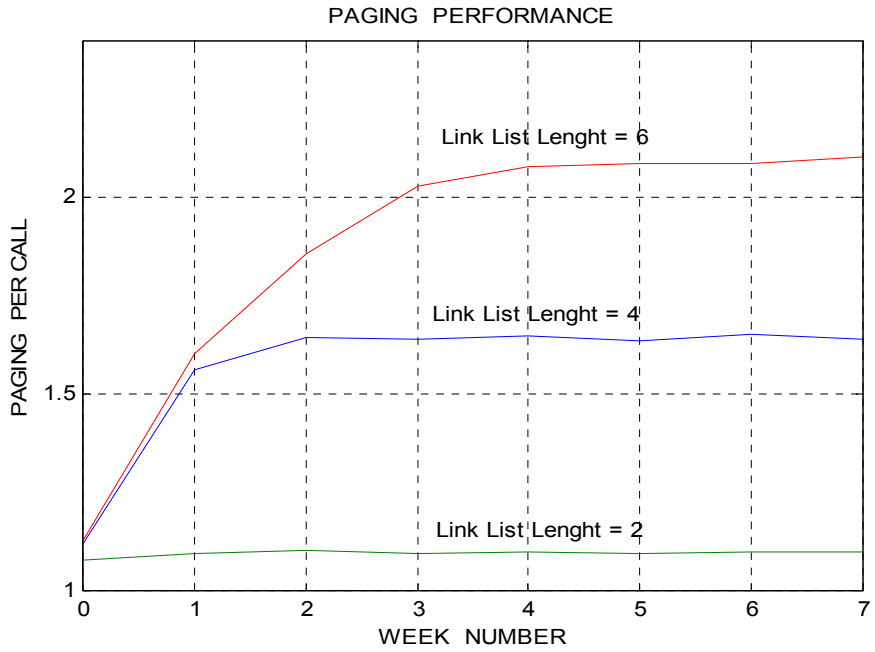


شکل ۲: کاهش دفعات Location Updating .

www.SID.ir



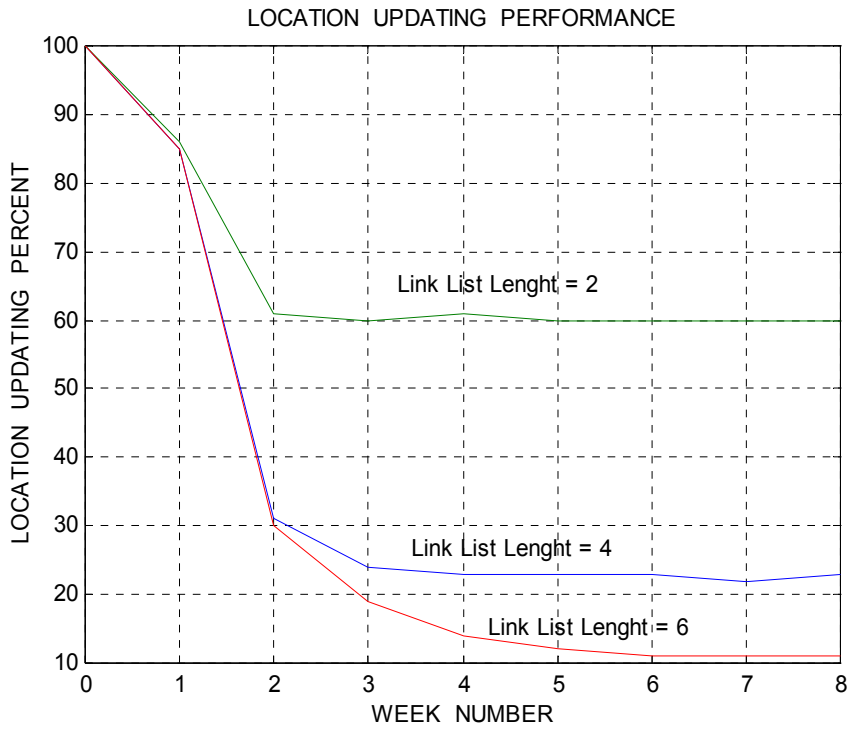
شکل ۳: افزایش دفعات Paging به ازای هر مکالمه بر حسب گروههای مختلف مشترکین.



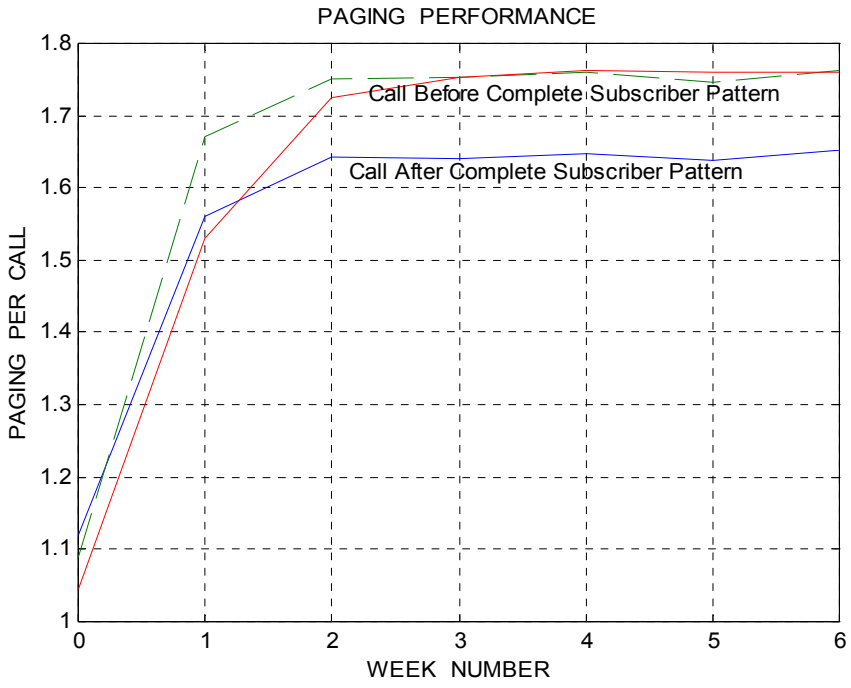
شکل ۴: رابطه طول لیست پیوندی با دفعات Paging .

الگوی کاملی از حرکت مشترکین با الگو را در خود ذخیره کند تعداد دفعات Location Updating نسبت به حالتی که طول لیست پیوندی ۴ است افزایش قابل ملاحظه‌ای می یابد. در شکل (۵) در حالتی که طول لیست پیوندی از ۴ به ۶ میرسد درصد دفعات Location Updating تا ۸٪ کاهش می‌یابد ولی دفعات Paging تا بیش از۲ Page به ازای هر مکالمه افزایش خواهد یافت در انتها موضوعی که حائز اهمیت است زمان مکالمه است.

www.SID.ir



شکل ۵: رابطه تعداد دفعات Location Updating با طول لیست پیوندی.



شکل ۶ : رابطه دفعات Paging با الگوی حرکتی مشترک.

اگر زمان مکالمه دریافتی و به دنبال آن زمان Paging در حین حرکت مشترک و قبل از پایان یافتن الگوی حرکت مشترک باشد، در این حالت به دلیل عدم سنکرون بودن MS با سیستم به افزایش تعداد Paging منجر خواهد شد .این موضوع برای مشترکینی که از الگوی کامل حرکتی برخوردارند اهمیت پیدا میکند و برای مشترکینی که الگوی حرکتی ندارند تاثیر چندانی ندارد. در شکل (۶) یک منحنی حالتی را نشان میدهد که برای دسته

www.SID.ir

مشترکین شماره (۱) ، Paging بعد از کامل شدن الگوی حرکتی آنها انجام میگیرد ومنحنی دیگرنیز مربوط به دسته مشترکین شماره (۱) است با این تفاوت که Paging مربوط به مشترکین الگودار آن دسته ،در حین حرکت و قبل از کامل شدن الگوی حرکتی مشترک انجام میگیرد.همانطور که در بالا اشاره شد در حالت دوم به دلیل عدم سنکرونیزاسیون مشترکین الگودار، افزایش Paging را به دنبال خواهد داشت. منحنی خط چین نیز حالتی را نشان میدهد که مشترکین تصادفی به همراه مشترکین الگودار، Paging آنها در حین حرکت اتفاق بیفتد . در این حالت مشاهده میشود که اضافه شدن مشترکین تصادفی، تاثیر چندانی در افزایش تعداد Paging به ازای هر مکالمه نخواهد داشت که این موضوع با توجه به عدم سنکرونیزاسیون MS با سیستم در مشترکین تصادفی در حالت عادی، منطقی به نظر میرسد.

نتیجه گیری کلی

همانطوریکه در نمودارهای بالا نشان داده شده است میتوان با بکارگیری حافظه تعداد دفعات درخواست Location Updating را به نحو چشمگیری کاهش داد بدون آنکه در تعداد دفعات Paging به ازای هر مکالمه افزایش قابل ملاحظه ای مشاهده شود .به عنوان مثال برای دسته مشترکین شماره (۱) به ازای کاهش ۷۵٪ در درخواست Location Updating تعداد دفعات Paging تا ۱/۶۵ به ازای هر مکالمه افزایش می یابد که با توجه به این که هر MSC/VLR ۴ LA را پوشش می دهد این یک افزایش قابل قبولی خواهد بود . میزان الگودار بودن حرکت مشترک ،میزان تحرک مشترک و تعداد دفعات مکالمه مشترک از جمله عواملی است که در کارایی روش پیشنهادی موثر می باشد و در نمودارها به تصویر کشیده شده است .

مراجع

1 - Pollini , G. P. and Ch, L. I. (1997). "A profile-based location strategy and its performance." *IEEEJournal On Selected Areas in Comm.,*Vol .15, No. 8, PP. 1415-1424.

2 - Biesterfeld, J. and Jobmann, K. *Evaluating Different Mobility Management Methods.* .Institute for Communications, University of Hanover.

3 - Pollini, G .P. and Tabbane, S. (1993). "The intelligent network signaling and switching costs of an alternative location strategy using memory." *In Proc IEEE Veh Technol. Conf.'93* ,Secaucus, NJ, PP. 931-934 .

4 - Rezaiifar, R. and Makowski, A.M .(1997). "From optimal search theory to sequential paging in cellular networks." *IEEE Journal On Selected Areas in Communications,* Vol. 15, No .7, PP. 1253-1264.

5 - Hac, A. and Zhou, X. (1997). "Location strategy for personal communication networks: A novel tracking strategy." *IEEE Journal On Selected Areas in Communications,* Vol. 15, No. 8, PP. 1425-1436.

واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1 - Deterministic Users
2 - Quasi – Deterministic User
3 - Random Users
4 - Location Updating
5 - Fluid model

Archive of SID

www.SID.ir